

(15)

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-174418

(43)Date of publication of application : 26.06.1998

(51)Int.Cl.

H02K 41/03

(21)Application number : 08-340533

(71)Applicant : YASKAWA ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 04.12.1996

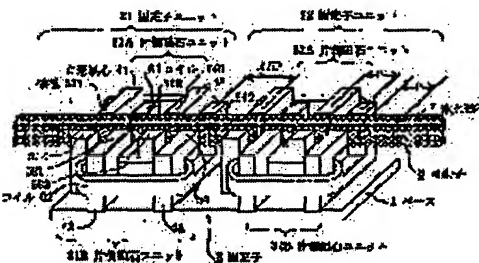
(72)Inventor : SHIKAYAMA TORU  
IWABUCHI KENSHO

## (54) LINEAR MOTOR

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a high thrust force by arranging a plurality of stator units, in which two one-side magnet units oppose each other and magnetic poles are arranged, while the pitches are shifted with respect to each other.

SOLUTION: Stator units 21 and 22 have two one-side magnets 31A and 31B and 32A and 32B in the same configuration, and a one-side magnet unit 31A has C-type cores 41 and 43 in the same configuration. The C-type cores 41 form magnetic poles 511 and 512 with parallel and opposing magnetic pole surfaces, and the C-type cores 43 in the same shape are aligned in parallel so that the center distance of the core is 2P. A permanent magnet 7 is arranged between magnetic poles 511, 522, 531, 542 and 512, 521, 532, and 541 of the C-type cores 41-44 and is fixed to a table. The table is supported in the horizontal traveling directions, thus forming a movable element 8. The permanent magnet 7 is magnetized toward each magnetic pole surface of the C-type core, and the direction of magnetization is opposite with a pitch is P.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-174418

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月26日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

H 0 2 K 41/03

識別記号

F I

H 0 2 K 41/03

B

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-340533

(22) 出願日 平成8年(1996)12月4日

(71) 出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72) 発明者 鹿山 透

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72) 発明者 岩淵 意昭

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

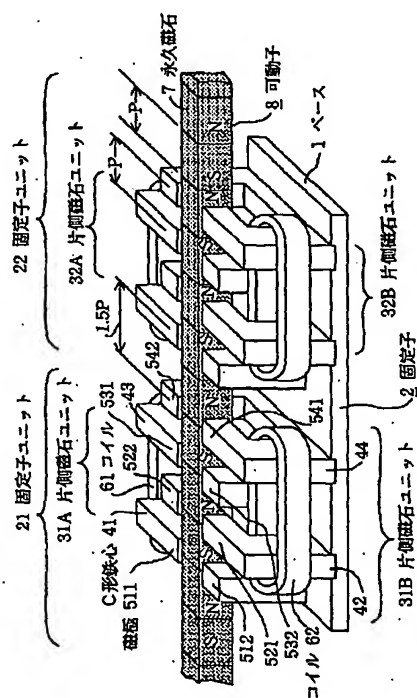
株式会社安川電機内

(54) 【発明の名称】 リニアモータ

(57) 【要約】

【課題】 高推力を得るリニアモータを提供すること。

【解決手段】 ピッチPで極性が異なる矩形断面をした棒状の永久磁石とこの永久磁石を固着したテーブルとこれらを移動可能に支持する支持手段とを備えた可動子と、磁極がエアギャップを介して前記永久磁石を挟む電磁石を複数個備えた固定子とからなり、その固定子を交流励磁することによって前記可動子を移動させるm相のリニアモータにおいて、対面する磁極の一方が他方より長い一組の鉄心が前記永久磁石を前記磁極の間に挟んでピッチ2Pで並べられ、その一組の鉄心の長い方に1つのコイルが共通に巻かれて片側磁石ユニットをなし、前記片側磁石ユニット2個を対向させ前記磁極をピッチPずらして一列に並ぶよう配置して固定子ユニットをなし、その固定子ユニットをその隣り合う鉄心のピッチが $(P + P/m)$  ( $m=2, 3, 4, \dots$ ) となるよう複数個並べて固定子をなす。



## 【特許請求の範囲】

ピッチPで極性が異なる矩形断面をした棒状の永久磁石とこの永久磁石を固着したテーブルとこれらを移動可能に支持する支持手段とを備えた可動子と、磁極がエアギャップを介して前記永久磁石を挟む電磁石を複数個備えた固定子とからなり、その固定子を交流励磁することによって前記可動子を移動させるm相のリニアモータにおいて、対面する磁極の一方が他方より長い一組の鉄心が前記永久磁石を前記磁極の間に挟んでピッチ2Pで並べられ、その一組の鉄心の長い方に1つのコイルが共通に巻かれて片側磁石ユニットをなし、前記片側磁石ユニット2個を対向させ前記磁極を互いにピッチPずらして一列に並ぶよう配置して固定子ユニットをなし、その固定子ユニットをその隣り合う鉄心のピッチが $(P+P/m)$  ( $m=2, 3, 4, \dots$ ) となるよう複数個並べて固定子をなしたことを特徴とするm相のリニアモータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主に低速で駆動し直線運動をするステッピングモータ或いはサーボモータ、ダイレクトドライブモータに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、パルスモータの界磁を永久磁石で与えれば、コンパクトな構成で高い推力を得ることが知られており、様々な構造のものが考えられている。そのうち、可動子の応答性とダンピング特性を改善し、リード線処理を簡単にして安価に製造できるようにしたものが特開昭63-310361号公報に開示されている。そのリニアモータの構造は同公報に詳しく述べられているが、概ね次のようになっている。断面がコ字状で上に開いた直線状の固定子には、内側に断面が同じくコ字状のヨークが2つ平行に並んで固定されており、ヨークの底にそれぞれコイルが長手方向に巻回されている。2つのヨークはそれぞれ上に伸びた2つの磁極を持っている。この磁極の上面にはそれぞれ磁極板が固定されており、他方の磁極板に向かって等間隔で突起状の極歯が伸びており、向かい合う極歯が互い違いになってクローボール形の磁極面をなしている。固定子の長手方向に移動可能に支持された可動子には、前記磁極面とエアギャップを介して対向するよう互いに平行な2組の永久磁石が設けられており、前記磁極板の突起と同じ間隔で極性が反転するよう着磁されている。このような構成において、2つのヨークに巻回されたコイルに位相が90度ずれた2相の正弦波電流を供給すると、広く知られているリニアモータのメカニズムによって可動子は固定子の上を長手方向に移動することができる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが前記の従来技術によると、次のような問題があった。すなわち、固定

子に設けた2つのヨークと磁極板が前記のような構造となっているため、ヨークを塊状の鉄心で形成して、磁極板を薄い軟磁性鋼板で形成せざるをえず、コイルに流す励磁電流を大きくすると磁気飽和が生じてモータのピークの推力が抑えられてしまうほか、可動子の移動速度を大きくすると磁極板の鉄損が大きくなるという欠点があった。また、2つのヨーク上面から伸びて互い違いになった磁極板の極歯の間の隙間を通る磁束の漏れが全体として大きいので、励磁電流に対してモータの推力が小さい、すなわちモータ定数が小さいという欠点があった。さらに、固定子と可動子の間に磁気吸引力が生じるので、可動子の支持機構に大きな負担がかかり、構造に歪みが生じて様々な弊害を生じるという欠点もあった。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明はこれらの欠点を解消するためになされたものであり、信頼性があり、高い推力が得られるモータを提供することを目的とする。そこで本発明は、ピッチPで極性が異なる矩形断面をした棒状の永久磁石とこの永久磁石を固着したテーブルとこれらを移動可能に支持する支持手段とを備えた可動子と、磁極がエアギャップを介して前記永久磁石を挟む電磁石を複数個備えた固定子とからなり、その固定子を交流励磁することによって前記可動子を移動させるm相のリニアモータにおいて、対面する磁極の一方が他方より長い一組の鉄心が前記永久磁石を前記磁極の間に挟んでピッチ2Pで並べられ、その一組の鉄心の長い方に1つのコイルが共通に巻かれて片側磁石ユニットをなし、前記片側磁石ユニット2個を対向させ前記磁極を互いにピッチPずらして一列に並ぶよう配置して固定子ユニットをなし、その固定子ユニットをその隣り合う鉄心のピッチが $(P+P/m)$  ( $m=2, 3, 4, \dots$ ) となるよう複数個並べて固定子をなしてm相のリニアモータとしたのである。

## 【0005】

【発明の実施の形態】このようにすると、固定子の鉄心は珪素鋼板を積層した上、磁路の断面を従来よりも大きくすることができるので、前記従来技術に比べて磁気飽和が生じにくく、モータのピーク推力を大きくすることができる。また、可動子と固定子の間に働く磁気吸引力が相殺されるので支持機構の負担が軽くなって信頼性の向上と機構の簡素化ができるのである。以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。図1は本発明の第1実施例を示す2相のリニアモータの斜視図であり、図2はその一部を省略した平面図である。図において1はベースであり、この上に固定子ユニット21、22を搭載して固定子2をなしている。固定子ユニット21、22はそれぞれ同じ構成の2つの片側磁石ユニット31Aと31B、32Aと32Bを備えており、片側磁石ユニット31Aは2つの同じ形状のC形鉄心41、43を備えている。C形鉄心41は珪素鋼板が積層されており、

長方形の片方の側辺の上部を切欠いて、対向する平行な磁極面を持つ磁極511、512を形成してC形としているものであり、同じ形状のC形鉄心43を鉄心の中心間距離が2Pとなるよう平行に並べられている。両鉄心の下辺に共通にコイル61が巻回され、前記磁極面が上側になるよう横に寝せてベース1に固定して片側磁石ユニット31Aをなしている。磁石ユニット31Bも同じように構成されており、C形鉄心41、42、43、44の磁極511、522、531、542と磁極512、521、532、541の磁極面がそれぞれ直線状にならび、互いに平行に対面している。同じ構成の固定子ユニット21と固定子ユニット22とは、中心間距離が4.5Pとなっており、隣り合うC形鉄心の中心間距離は1.5Pとなっており、それぞれの磁極面が同一平面上にくるよう配置されている。C形鉄心41、42、43、44の磁極511、522、531、542と512、521、532、541の間には、断面が四角の棒状の永久磁石7が配置され図示しないテーブルに固定されている。そのテーブルは図示しない支持機構によって左右の移動方向に移動可能に支持されて可動子8をなしている。永久磁石7は前記C形鉄心の各磁極面に向かう方向に着磁されており、長手方向にピッチPで着磁の向きが逆になっている。

【0006】以上の構成において、固定子ユニット21のコイル61、62に、電流を図2の向きに供給して励磁するときの状況について説明する。C形鉄心41、42を通る磁束はそれぞれ図3(a)、(b)に示すように、永久磁石7の着磁方向と一致して磁束が加算される。永久磁石7の極性とエアギャップを介して対面するC形鉄心の磁極の極性が異なり、磁気吸引力を生じるので、可動子8の移動方向位置は図2の状態安定保持される。磁気吸引する力の和は、2つのC形鉄心の2つの磁極の吸引力の大きさが等しく、逆向きであるため、キャンセルされてゼロになる。次に、固定子ユニット21、22の励磁を切替えるときの動作について図4を用いて説明する。図4は固定子1の励磁の状態を4ステップに分けて、それぞれ励磁中の磁極の状態を上から見たものを示している。(a)は、図2、図3で説明したものと励磁の状態にあり、対面する固定子の磁極と可動子の磁極が異極になり磁気吸引力により安定保持されている。(b)は、(a)で固定子ユニット21に供給した電流と同じように固定子ユニット22に電流を供給した時の状態を示しており、(a)と同じ理由で、

(a)に対して可動子8が右に0.5P移動した位置で安定保持されている。(c)は(a)の場合と逆向きの電流を供給した状態を示しており、(b)に対して0.5P右に移動した位置で安定保持されている。(d)は(b)の場合と逆向きの電流を供給した状態を示しており、(c)に対して0.5P右に移動した位置で安定保持されている。(a)から(d)までの4ステップを経

て(a)に戻る1サイクルの電流の切替えにより、可動子8は2Pだけ右に移動することができるので、これを繰り返すことによって可動子8を連続的に右に移動させることができるのである。逆の順序で電流を切替えていくと、同じメカニズムで可動子8を左に移動させることができるのは言うまでもない。

【0007】次に本発明の第2実施例を図を用いて説明する。図5(a)は一部を省略した第2実施例のリニアモータの平面図であり、(b)は(a)のA-A'断面図である。第2実施例は一部を除いて第1実施例と類似しており、異なる点のみ説明する。変更点の1つは、第1実施例のC形鉄心41をC形鉄心451とI形鉄心461とに分けた点にあり、それぞれ対面する磁極551、552の2組の磁極面が平行になるようベース1に剛に固定されている。もう一つの変更点は可動子8にあり、前記2組の磁極面の間に位置するよう永久磁石72、71が非磁性材73を間に挟んで直接または間接に図示しないテーブルに固着されている。そして、永久磁石71、72とC形鉄心、I形鉄心とで閉じた磁気回路をなしている。C形鉄心452、453、454はC形鉄心451と同じであり、I形鉄心462、463、464はI形鉄心461と同じであり、これらによって構成する片側磁極ユニット33A、33Bは第1実施例の片側ユニット31A、31Bに対応している。このような構成をした第2実施例のリニアモータの動作は、固定子2の磁束の発生状況が第1実施例と同じになるので、第1実施例と同じような動作をする。第1実施例に比べると、固定子2と可動子8との対向する磁極面の面積がおよそ2倍になっているので、推力が2倍になるという特徴がある。以上述べた2つの実施例は片側磁石ユニットが2個の場合を述べたが、3個以上であってもよい。また2つの実施例は2相のリニアモータであるが、固定子ユニットを3個設け、その中心間距離を $16P/3$ 、すなわち隣り合う鉄心の中心間距離を $4P/3$ とすることにより、3相のリニアモータとすることができる。同様に固定子ユニットをm個設け、その中心間距離を $(P+P/m)$ とすればm相のモータとすることができ、いずれも前記の2相のモータと同様、電流の切換えで両方向に移動させることができる。

【0008】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によると、珪素鋼板を積層して固定子のC形鉄心或いはI形鉄心をなしているため、従来のものに比べて磁路の面積を大きくすることができ、磁気飽和が生じにくくなって高い推力を得ることができる。また各鉄心の並べられている方向に珪素鋼板が積層されているため、各鉄心間の漏れ磁束が小さく、推力の低下が最小に抑えられている。そして、可動子の永久磁石を薄くすると磁界変調率が大きくなるので、これによっても高い推力を得ることができる。さらに、固定子と可動子間に働く磁気吸引力が永久

磁石の両側面で相殺されるので可動子の支持機構に与える負担が小さく、リニアモータの信頼性を高めるなどの効果がある。

【0009】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示すリニアモータの斜視図

【図2】第1実施例の平面図

【図3】第1実施例の説明図

【図4】第1実施例の説明図

【図5】第2実施例の構造図

【符号の説明】

1 ベース

2 固定子

21、22、23、24 固定子ユニット

31A、31B、32A、32B、33A、33B、34A、34B 片側磁石ユニット

41、42、43、44、451、452、453、454 C形鉄心

461、462、463、464 I形鉄心

511、512、521、522、531、532、533、534 磁極

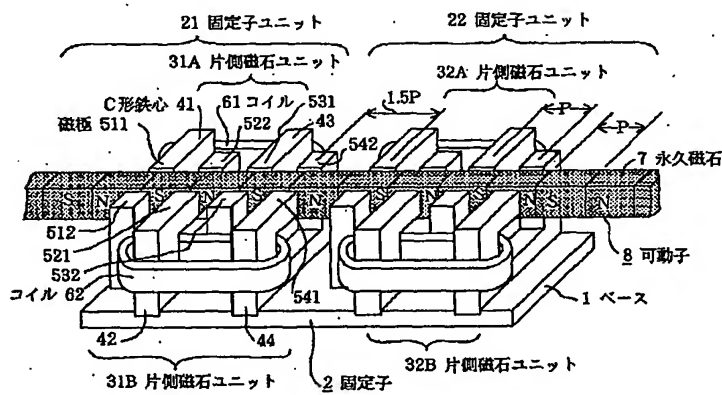
61、62 コイル

7、71、72 永久磁石

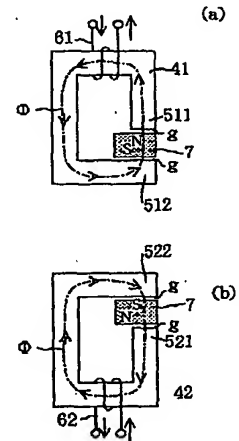
73 非磁性材

8 可動子

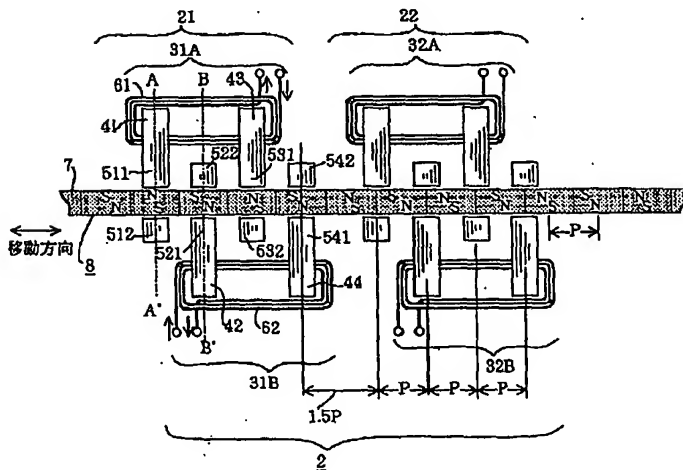
【図1】



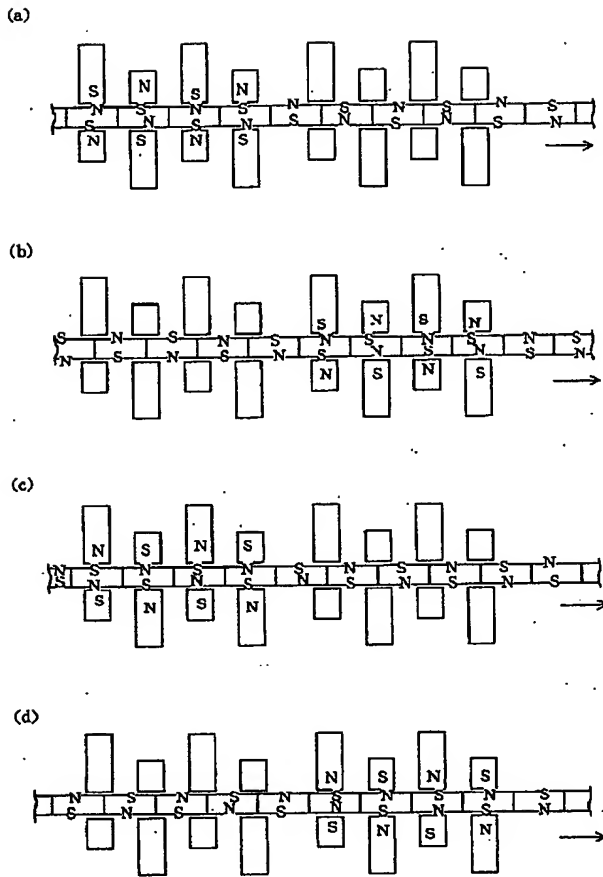
【図3】



【図2】



【図4】



【図5】

